

© КОНДРАШОВА Е. А., НЕВЗОРОВА В. А., ПРИСЕКО Л. Г., БОРОДИЙ А. О., БОНДАРЕВА Ж. В.

УДК 616.133, 616-053.86

DOI: 10.20333/25000136-2023-5-38-45

Сосудистая дисфункция у лиц молодого возраста при использовании различных средств доставки никотина

Е. А. Кондрашова^{1,2}, В. А. Невзорова¹, Л. Г. Присеко¹, А. О. Бородий¹, Ж. В. Бондарева¹

¹Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток 690002, Российская Федерация

²Владивостокская клиническая больница №1, Владивосток 690078, Российская Федерация

Цель исследования. Установление системных (уровень артериального давления) и топических (состояние экстра- и интракраниальных артерий) проявлений сосудистой дисфункции в ответ на воздействие никотина при использовании различных средств его доставки у лиц молодого возраста.

Материал и методы. В настоящее исследование включено 45 человек (22 женщины, 23 мужчины), средний возраст которых составил 25 (23;29) лет, средний стаж курения – 7 (4;10) лет. По используемому способу доставки никотина обследуемые разделены на 3 группы: 1 – курение сигарет (n=16, 35,6%), 2 – «IQOS» (n=10, 22,2%), 3 – вейп (n=19, 42,2%). Всем пациентам, до обследования и после употребления никотина с помощью различных устройств, измерено артериальное давление (АД) на плечевой артерии, оценено состояние брахиоцефальных артерий на экстракраниальном уровне и скоростные показатели в средних мозговых артериях (СМА) на ультразвуковом сканере. Для оценки цереброваскулярной реактивности использовали коэффициент овершута, гипоксическую и гипероксическую метаболические пробы.

Результаты. Не получены различия по показателю «возраст» во всех 3-х группах обследованных, достоверно наименьший стаж курения установлен в 3-й группе (4 (3;6,5) лет). В общей группе пациентов до курения выявлена изолированная систолическая артериальная гипертензия у 11% (Me=142 мм рт.ст.), после курения – у 49% обследованных (Me=147,2 мм рт.ст.). Выявлены признаки сосудистой дисфункции в виде недостаточной вазодилатации и вазоконстрикции, снижение коэффициента овершута в СМА после курения по сравнению с исходными показателями во всех 3-х группах обследованных без статистической значимости различий.

Заключение. Установлена прямая связь между повышением АД и появлением признаков сосудистой дисфункции в церебральных артериях и употреблением никотина не зависимо от способа его доставки, несмотря на достоверно меньший стаж курения у лиц, употребляющих вейпы.

Ключевые слова: артериальное давление, транскраниальная доплерография, никотин, электронные сигареты, сосудистая реактивность, сосудистая дисфункция, церебральная ауторегуляция, молодой возраст.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Кондрашова ЕА, Невзорова ВА, Присеко ЛГ, Бородий АО, Бондарева ЖВ. Сосудистая дисфункция у лиц молодого возраста при использовании различных средств доставки никотина. *Сибирское медицинское обозрение*. 2023;(5):38-45. DOI: 10.20333/25000136-2023-5-38-45

Vascular dysfunction in young adults using different nicotine delivery devices

Е. А. Kondrashova^{1,2}, V. A. Nevzorova¹, L. G. Priseko¹, A. O. Borodiy¹, J. V. Bondareva¹

¹Pacific State Medical University, Vladivostok 690002, Russian Federation

²Vladivostok Clinical Hospital No.1, Vladivostok 690078, Russian Federation

The aim of the research. To determine systemic (blood pressure level) and topical (state of extra- and intracranial arteries) manifestations of vascular dysfunction in response to nicotine exposure using different means of its delivery in young adults.

Material and methods. The present study included 45 subjects (22 women, 23 men) at a mean age of 25 (23;29) years and a mean smoking history of 7 (4;10) years. The subjects were divided into 3 groups according to the method of nicotine delivery used: 1 – cigarette smoking (n=16, 35.6%); 2 – “IQOS” (n=10, 22.2%); 3 – vaping (n=19, 42.2%). Before examination and after nicotine use with various devices, all patients had their arterial blood pressure (ABP) measured on the brachial artery, brachiocephalic arteries at extracranial level and velocity indices in the middle cerebral arteries (MCA) were assessed with an ultrasound scanner. To assess cerebrovascular reactivity, we used overshoot coefficient, hypoxic and hyperoxic metabolic tests.

Results. There were no differences in the “age” value between all 3 groups of the examined patients, and the reliably lowest smoking history was found in the 3rd group (4 (3;6.5) years). Isolated systolic arterial hypertension was revealed in 11% of the patients in the total group before smoking (Me=142 mm Hg) and in 49% of the examined patients after smoking - (Me=147,2 mm Hg). Such signs of vascular dysfunction as insufficient vasodilatation and vasoconstriction, the decrease of overshoot coefficient in the MCA after smoking were revealed in all 3 groups of the examined patients in comparison with the initial indices without statistical significance of the differences.

Conclusion. Direct correlation between increased ABP, signs of vascular dysfunction in the cerebral arteries and nicotine use irrespective of the method of its delivery have been found despite a significantly shorter smoking history in vape users.

Key words: arterial hypertension, transcranial Doppler, nicotine, electronic cigarettes, vascular reactivity, vascular dysfunction, cerebral autoregulation, young age.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Kondrashova EA, Nevzorova VA, Priseko LG, Borodiy AO, Bondareva JV. Vascular dysfunction in young adults using different nicotine delivery devices. *Siberian Medical Review*. 2023;(5):38-45. DOI: 10.20333/25000136-2023-5-38-45

Введение

Согласно данным ВОЗ, курение является причиной более 8 млн смертей ежегодно, при этом 7 млн смертельных исходов связывают с непосредственным употреблением табака, а 1,2 млн в результате его пассивного потребления [1]. По данным крупнейших контролируемых исследований INTERHEART и INTERSTROKE, охвативших соответственно более 30000 человек из 52 стран и 6000 человек из 22 стран, наличие курения повышает относительный риск развития инфаркта миокарда и инсульта практически в 3 раза, уступая место только дислипидемии в первом случае и артериальной гипертензии (АГ), дислипидемии, абдоминальному ожирению во втором [2]. Среди факторов риска (ФР) развития большинства сердечно-сосудистых событий курение занимает лидирующие позиции, доминируя по частоте встречаемости именно у лиц более молодого возраста [3]. При одновременном действии других ФР таких как дислипидемия и гиперурикемия, курение потенцирует риски фатальных и нефатальных событий [4]. Одним из ведущих патогенетических механизмов, объединяющих большинство сердечно-сосудистых катастроф, связанных с курением табака, является развитие системной дисфункции сосудистого эндотелия [5,6]. Воздействие табачного дыма можно рассматривать в качестве типичной модели сосудистого повреждения и развития АГ. Развитие эндотелиальной дисфункции под влиянием табакокурения и АГ в виде клинически обозначенных нарушений эндотелийзависимых вазомоторных реакций на местном и системном уровнях следует рассматривать в качестве центрального звена кардиореспираторного континуума, драматично прогрессирующего от ФР до клинически обозначенных и необратимых поражений сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Эксперты в области табакокурения однозначно признают, что все формы доставки табака (сигареты, папиросы, трубки, электронные сигареты (ЭС), кальяны и прочие) одинаково вредны и не существует безопасной дозы при их использовании [1]. Несмотря на то, что сигареты остаются самой распространенной формой применения табака, курение ЭС («IQOS» (электронная система нагревания табака) и вейпа (ЭС с жидкостью для нагревания)) стремительно распространяется во всем мире, особенно среди лиц молодого возраста с прогнозируемым увеличением продаж к 2030 году более, чем в 17 раз [7,8]. При этом маркетинговой индустрией проводится активная пропаганда иллюзии пользы электронных систем, в отличие от обычных сигарет, в том числе при попытке бросить пагубную привычку. В США среди молодежи частота использования ЭС в 2018–2019 гг. возросла от 11,7 до 20,8%. Всплеск внимания к поражению легких в результате использования ЭС возник в связи с опубликованной статьи Layden et al., представившей подробный анализ госпитализаций в июле-августе 2019 г. в штатах Иллинойс и Висконсин 53 пациентов с острой тяжелой респираторной патологией в результате употребления ЭС [9]. В 2019 году в США FDA обозначила поражение легких при использовании ЭС, как «E-cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury»

или, сокращенно, «синдром EVALI» с изданием соответствующих рекомендаций [10]. В то же время влияние употребления табачных изделий в различных формах на состояние сердечно-сосудистой системы требует активного изучения, поскольку не имеет такого яркого дебюта, как поражение легких [11].

Цель исследования

Установление системных (уровень артериального давления) и топических (состояние экстра- и интракраниальных артерий) проявлений сосудистой дисфункции в ответ на воздействие никотина при использовании различных средств его доставки у лиц молодого возраста.

Материал и методы

В исследовании принимали участие 45 человек (22 женщины, 23 мужчины), медиана возраста – 25 (23;29) лет, медианное значение стажа курения, независимо от его вида, составила 7 (4;10) лет. Все пациенты были включены в исследование после подписания информированного согласия. Исследование одобрено независимым Междисциплинарным комитетом по этике Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 5 от 17.01.2022 г.). Настоящее оригинальное исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Все пациенты, участвующие в исследовании, отрицали наличие АГ и сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). По способу доставки никотина пациенты были разделены на 3 группы: 1-я (n=16 (35,6%), возраст Me=26 (24;35) лет) – курящие сигареты, 2-я (n=10 (22,2%), возраст Me=28 лет) – курящие «IQOS» (электронная система нагревания табака), 3-я (n=19 (42,2%), возраст Me=24 года) – курящие вейп (ЭС с жидкостью для нагревания). За 2 часа до исследования пациенты исключали прием никотина. Всем пациентам перед исследованием было измерено артериальное давление (АД) на плечевой артерии согласно технологии измерения АД на периферических артериях (ГОСТ 52623.1 «Технологии выполнения простых медицинских услуг функционального обследования»). На ультразвуковом сканере Samsung HS50 (Корея) с помощью линейного датчика LA3-14QAD и секторального датчика PE2-4 было выполнено ультразвуковое триплексное сканирование брахиоцефальных артерий (БЦА) на экстракраниальном и интракраниальном уровне с оценкой скоростных показателей. Для определения сосудистой реактивности проводили функциональные тесты: химические – гипоксическую (дилатационную) и гипероксическую (констрикторную) пробы; физические – компрессионный тест Гиллера (компрессия общей сонной артерии на протяжении 5 сердечных циклов) с оценкой коэффициента овершута по средней мозговой артерии (СМА) с двух сторон. Гипоксическая проба выполнялась с задержкой дыхания до 30 секунд, гипероксическая проба – с гипервентиляцией

до 30 секунд. Нарушение сосудистой реактивности в виде снижения констрикторной и дилататорной способности СМА считалось при изменении скоростных показателей до пробы и после менее, чем на 30% (увеличение при гипоксической пробе, снижение при гипероксической). Коэффициент овершута определялся с помощью соотношения средней скорости кровотока (ТАМХ – средняя по времени максимальная скорость кровотока) в СМА с двух сторон до и после компрессии общей сонной артерии [12]. Повторное измерение АД, а также триплексное сканирование БЦА на экстракраниальном и интракраниальном уровне проводилось после курения (через 10–15 минут) обычно используемых курительных устройств. Для точности исследования обследование всех пациентов выполнялось одним специалистом.

Статистический анализ полученных данных выполнен с помощью программы StatTech v. 2.8.8 (разработчик - ООО "Статтех", Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1;Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений (n) и процентных долей (%). Сравнение групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, выполнялось с помощью однофакторного дисперсионного анализа, апостериорные

сравнения проводились с помощью критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий) или критерия Геймса-Хауэлла (при разнородных дисперсиях). Сравнение групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Крускала-Уоллиса. Корреляционный анализ проводился не- или параметрическим методом в зависимости от распределения показателей: при нормальном распределении с помощью коэффициента Пирсона, при распределении отличном от нормального – коэффициента Спирмена. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона. Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии.

Результаты и обсуждение

Данные об испытуемых, включенных в исследование, указаны в табл. 1.

Согласно представленным результатам, не установлены статистически значимые различия по показателю «возраст» во всех трех группах.

При сравнении стажа курения статистически значимо наименьшее значение (4 (3;6,5) года) получено в группе, использующей вейпы в качестве средства доставки никотина по отношению к 1-й и 2-й группам ($p=0,006$ и $p=0,035$ соответственно). Данное различие можно объяснить относительно недавним сроком широкого распространения ЭС такого типа среди молодого населения.

Данные показателей систолического АД до и после приема никотина в группах обследованных представлены в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика участников исследования

Table 1

Characteristics of the study participants

	Все пациенты (n=45)	1-я группа (сигареты, n=16)	2-я группа («IQOS», n=10)	3-я группа (вейп, n=19)
Возраст (лет)	25 (23;29)	26 (24;35)	28 (25;35)	24 (23;26)
Стаж курения (лет)	7 (4;10)	10,0 (6,0;14,2)	8,0 (7,0;10,2)	4,0 (3,0;6,5) 1,2

Примечание: ¹ – различия статистически значимы с 1-й группой ($p=0,006$), ² – различия статистически значимы со 2-й группой ($p=0,035$).

Note: ¹ – significant differences as compared to Group 1 ($p=0.006$); ² – significant differences as compared to Group 2 ($p=0.035$).

Таблица 2

Показатели систолического артериального давления до и после приема никотина в группах обследованных

Table 2

Systolic blood pressure readings before and after nicotine intake in the study groups

	1-я группа (сигареты, n=16)		2-я группа («IQOS», n=10)		3-я группа (вейп, n=19)	
	до курения (Q1;Q3)	после курения (Q1;Q3)	до курения (Q1;Q3)	после курения (Q1;Q3)	до курения (Q1;Q3)	после курения (Q1;Q3)
Медиана систолического АД (мм. рт. ст.) в группе	120 (120;130)	139 (133;146)	110 (101;128)	130 (120;140)	120 (105;130)	133 (125;141)

Примечание: различия статистически не значимы до ($p=0,185$) и после ($p=0,261$) курения по методу Критерия Крускала-Уоллиса. АД – артериальное давление.

Note: the differences are not significant before ($p=0.185$) and after ($p=0.261$) smoking according to the Kruskal-Wallis test, АД (ABP) – arterial blood pressure.

Как следует из полученных нами результатов, значения систолического АД статистически значимо не отличались от способа доставки никотина как до, так после курения ($p=0,185$ и $p=0,261$ соответственно). Однако при построении корреляционной зависимости между уровнем АД до и после приема никотина во всех группах (рисунок) прослеживается статистически значимая прямая связь ($p<0,001$).

Таким образом, полученные результаты указывают на тесную связь между употреблением никотина независимо от формы его доставки и повышением уровня систолического АД.

Следует отметить, что во всех группах, обследованных до курения и после него имелись лица с изолированной систолической АГ (ИСАГ) (Me=142 мм рт. ст. у 11% и Me=147,2 мм рт. ст. у 49% от общего числа пациентов соответственно). Показатели диастолического АД во всех группах, обследованных до и после курения, не выходили за пределы рекомендованных значений. При этом не установлена статистически значимая разница в группах до и после приема никотина, относительно числа пациентов с ИСАГ и уровня АД ($p=0,185$, $p=0,261$ соответственно) (табл. 3).

Однако после употребления никотина число пациентов с ИСАГ возросло во всех 3-х группах со статистически значимой разницей относительно периода до употребления никотина (табл. 4).

Установлено статистически значимое различие между количеством испытуемых с ИСАГ до и после приема никотина ($p=0,022$).

При выполнении ультразвукового исследования БЦА на экстракраниальном уровне патологические изменения не были диагностированы ни у одного из пациентов, то есть у всех обследованных отсутствовали признаки нарушения дифференцировки и/или утолщение комплекса интима-медиа и атеросклеротические бляшки, что очевидно связано с молодым возрастом лиц, принимающих участие в исследовании.

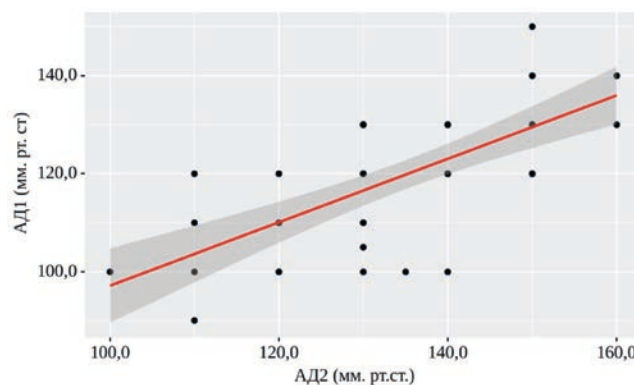


Рисунок. График регрессионной функции, характеризующий зависимость уровня АД до и после приема никотина.

Figure. Regression function plot characterising the dependence of ABP before and after nicotine intake.

Примечание: АД1 – медиана систолического артериального давления до приема никотина вне зависимости от способа его доставки; АД2 – медиана систолического артериального давления после приема никотина вне зависимости от способа его доставки. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (ρ) составил 0,699, с заметной теснотой связи по шкале Чеддока при $p<0,001$.

Исходя из цели нашего исследования, оценена сосудистая реактивность СМА с двух сторон с применением вазоконстрикторной и вазодилаторной проб. Результаты представлены в табл. 4. У всех пациентов после приема никотина определяли нарушение цереброваскулярной реактивности, проявляющееся в ограничении констрикторной, дилаторной, либо констрикторной и дилаторной функций СМА, но при этом статистически значимые различия по группам в зависимости от способа доставки никотина выявлены не были (констрикторная проба $p=0,909$, дилаторная проба $p=0,413$).

Таблица 3

Анализ наличия артериальной гипертензии до и после приема никотина в зависимости от способа его доставки

Table 3

Analysis of the presence of arterial hypertension before and after nicotine administration depending on the method of delivery

Показатель	Категории	Способ доставки никотина			p
		Курящие сигареты	Курящие «IQOS»	Курящие ЭС	
АД до приема никотина	нет ИСАГ	13 (81,2)	9 (90,0)	18 (94,7)	0,446
	есть ИСАГ	3 (18,8)	1 (10,0)	1 (5,3)	
АД после приема никотина	нет ИСАГ	6 (37,5)	6 (60,0)	11 (57,9)	0,396
	есть ИСАГ	10 (62,5)	4 (40,0)	8 (42,1)	

Примечание: статистически значимые различия не выявлены (используемый метод: Хи-квадрат Пирсона). АД – артериальное давление. ИСАГ – изолированная систолическая артериальная гипертензия. ЭС – электронные сигареты.

Note: significant differences have not been revealed (the method used was Pearson's Chi-squared test). АД (ABP) – arterial blood pressure, ИСАГ (ISAH) – isolated systolic arterial hypertension, ЭС (ES) – electronic cigarettes.

Были определены статистически значимые различия количества пациентов с ограничением констрикторной ($p=0,020$) и дилататорной ($p<0,001$) функций до и после приема никотина независимо от способа его доставки.

Так, нарушение констрикторной функции СМА до приема никотина было выявлено у 32 человек (71%), а после приема никотина у 41 человека (91%), ограничение дилататорной пробы до курения у 20 человек (44%), после курения у 27 человек (60%) (табл. 4).

Коэффициент овершута в СМА, непосредственно отражающий состояние церебральной ауторегуляции, был рассчитан как до, так и после курения при выполнении компрессионной пробы с двух сторон. Результаты представлены в табл. 5.

Согласно полученным данным, не имелось статистически значимых различий в группах в зависимости от способа доставки никотина (до курения в левой СМА $p=0,854$, в правой СМА $p=0,184$, после курения в левой СМА $p=0,445$, в правой СМА $p=0,655$). В то же время, как в левой СМА, так и в правой СМА полу-

Таблица 4

Анализ нарушения констрикторной и дилататорной функций сонных мозговых артерий по группам до и после приема никотина

Table 4

Analysis of impairment of constriction and dilation functions of the carotid cerebral arteries by groups before and after nicotine intake

Показатель	Категории	Способ доставки никотина			p
		Курящие сигареты	Курящие «IQOS»	Курящие ЭС	
Констрикторная проба до приема никотина, чел (%)	положительная	4 (25,0)	3 (30,0)	6 (31,6)	0,909
	отрицательная	12 (75,0)	7 (70,0)	13 (68,4)	
Констрикторная проба после приема никотина, чел (%)	положительная	0 (0,0)	2 (20,0)	1 (5,3)	0,131
	отрицательная	16 (100,0)	8 (80,0)	18 (94,7)	
Дилататорная проба до приема никотина, чел (%)	положительная	9 (56,2)	8 (80,0)	11 (57,9)	0,419
	отрицательная	7 (43,8)	2 (20,0)	8 (42,1)	
Дилататорная проба после приема никотина, чел (%)	положительная	5 (31,2)	5 (50,0)	10 (52,6)	0,413
	отрицательная	11 (68,8)	5 (50,0)	9 (47,4)	

Примечание: статистически значимые различия не выявлены (используемый метод: Хи-квадрат Пирсона). ЭС – электронные сигареты.

Note: significant differences have not been revealed (the method used was Pearson's Chi-squared test). ЭС (ES) – electronic cigarettes.

Таблица 5

Анализ коэффициента овершута в ПСМА и ЛСМА до и после приема никотина по группам

Table 5

Analysis of the overshoot coefficient in right and left middle cerebral arteries before and after nicotine intake by groups

Показатель	Категории	Коэффициент овершута в ПСМА до приема никотина		p	Коэффициент овершута в ЛСМА до приема никотина		p
		Me	$Q_1; Q_3$		Me	$Q_1; Q_3$	
Способ доставки никотина	Курящие сигареты, n=16	1,19	1,10;1,22	0,184	1,19	1,12;1,26	0,854
	Курящие «IQOS», n=10	1,10	1,10;1,20		1,21	1,14;1,28	
	Курящие электронные сигареты, n=19	1,20	1,17;1,30		1,19	1,13;1,25	
		Коэффициент овершута в ПСМА после приема никотина		p	Коэффициент овершута в ЛСМА после приема никотина		p
		Me	$Q_1; Q_3$		Me	$Q_1; Q_3$	
Способ доставки никотина	Курящие сигареты, n=16	1,02	1,00;1,10	0,655	1,00	1,00;1,10	0,445
	Курящие «IQOS», n=10	1,04	1,00;1,10		1,10	1,00;1,21	
	Курящие электронные сигареты, n=19	1,09	1,00;1,10		1,06	1,00;1,10	

Примечание: статистически значимые различия не выявлены (используемый метод: критерий Крускала-Уоллиса). ЛСМА – левая средняя мозговая артерия. ПСМА – правая средняя мозговая артерия.

Note: significant differences have not been revealed (the method used was Kruskal-Wallis test). ЛСМА (LMCA) – left middle cerebral artery, ПСМА (RMCA) – right middle cerebral artery.

чена разница в показателях коэффициента овершута до и после приема никотина не зависимо от способа его доставки. Иными словами выявлено различие в группах непосредственно от факта курения (по левой СМА $p < 0,001$, по правой СМА $p = 0,014$).

Полученные результаты о статистически значимом увеличении числа лиц с ИСАГ после факта курения обусловлены активацией симпатической нервной системы. Имеются данные, что у курящих лиц клиническое течение АГ имеет более неблагоприятный характер [13], что может быть связано с ранним дебютом АГ и отсутствием клинических проявлений на начальной стадии, что было выявлено в том числе в ходе нашего исследования, так как ни один из участников не указал на наличие АГ в прошлом.

Существуют доказательства участия курения в риске развития атеросклероза у лиц старше 40 лет [13,14]. У длительно курящих лиц с ХОБЛ помимо значения факта курения *per se* определен вклад прогрессирования снижения показателей воздушного потока в атеросклеротическое поражение БЦА. Очевидно, длительное табакокурение обладает высоким атерогенным потенциалом и является значимым фактором прогрессирования кардиопульмонального континуума. В нашем исследовании факт наличия атеросклероза БЦА не был подтвержден, что следует связать с молодым возрастом пациентов и относительно небольшим стажем курения участников.

Согласно установленным результатам, полученным при изучении спектральной кривой в СМА с двух сторон, выявлены показатели пиковой скорости кровотока, не выходящие за пределы нормативных значений во всех группах обследованных независимо от способа доставки никотина. Однако проведение вазоконстрикторных и вазодилаторных проб (гипер- и гипоксической соответственно) показало присутствие недостаточного вазодилаторного и вазоконстрикторного резерва, свидетельствуя о связи риска возникновения сосудистой дисфункции в церебральных артериях у молодых лиц независимо от способа доставки никотина.

Наибольший интерес представляют изменения показателей овершута являющихся непосредственным маркером ауторегуляции мозгового кровотока. Выявленная в нашем исследовании разница в показателях овершута до и после курения отражает снижение саморегуляции АД у лиц даже с небольшим стажем курения. В соответствии с нашими данными у курильщиков независимо от способа доставки никотина, нарушение саморегуляции церебральных артерий происходит за счет нарушения констрикторной и дилаторной способности артерий, усиливающих непосредственно после курения, что соответствует ранее полученным результатам при изучении церебрального кровотока у пациентов с длительным стажем курения более старшей возрастной группы [15].

Известно, что эндотелийзависимая регуляция артериального тонуса осуществляется с помощью синтеза эндотелиальными клетками биологически активных веществ, обладающих вазодилаторными и вазоконстрикторными свойствами, а именно: оксид азота, простаглицлин, натриуретический пептид С-тип, брадикинин, эндотелины, ангиотензин – изменение их соотношения приводит к нарушению их функциональной активности и отражает эндотелиальную дисфункцию. Использование ЭС потенцировало эндотелиальную дисфункцию эквивалентно традиционным сигаретам. Как и показали результаты нашего исследования на примере церебральных артерий, вне зависимости от способа доставки табака имеют место признаки развития дисфункции эндотелия.

Согласно современным представлениям, на ранних стадиях возникновения, а именно на этапе воздействия ФР, эндотелиальная дисфункция является обратимой, и немедикаментозное и медикаментозное влияние способны замедлить ее прогрессирование и развитие осложнений [16]. Таким образом, выявление ранних нарушений церебральной ауторегуляции у молодых пациентов, на этапе влияния ФР, а именно курения, независимо от способа доставки никотина, является важным фактом для проведения первичной профилактики прогрессирования эндотелиальной дисфункции и ССЗ.

Известно, что стаж курения, получаемая доза никотина влияют на суммарный риск, обусловленный курением. Несмотря на то, что стаж курения в группе лиц, использующих вейпы, был ниже в сравнении с другими группами, показатели АД и церебральной ауторегуляции, статистически значимо не отличались. Можно предположить, что данные результаты связаны с неконтролируемой дозой никотина, получаемого молодыми людьми, так как распространенное мнение об отсутствии или меньшем вреде вейпов и «IQOS», в сравнении с традиционными сигаретами, возможность курить в общественном месте, отсутствие дозирования употребляемого никотина, способствуют увеличению потребления ЭС и получению значительных доз пагубных веществ и поллютантов при использовании вейпов, «IQOS».

Заключение

Таким образом, при употреблении никотина, независимо от способа его доставки, у лиц молодого возраста установлено повышение АД и наличие признаков сосудистой дисфункции в церебральных артериях. Нарушение церебральной ауторегуляции, усиливающееся после приема никотина, на начальных этапах проявляется в ограничении констрикторной и дилаторной способности артерий и снижением коэффициента овершута. Широко распространенные в настоящее время электронные курительные средства («IQOS», вейпы), не являются альтернативой отказа от курения при проведении первичной профилактики ССЗ, но являются ФР их развития.

Информация о спонсорстве: работа выполнена в рамках государственного задания Минздрава РФ 222040500008-5 «Технологии искусственного интеллекта в фенотипировании тканевого и системного ремоделирования и прогнозирования исходов на этапах развития хронических неинфекционных заболеваний у лиц различных этнических групп».

Литература / References

1. World Health Organization. Tobacco [Internet]. Accessed September 7, 2022. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/>.2022
2. Teo KK, Rafiq T. Cardiovascular Risk Factors and Prevention: A Perspective From Developing Countries. *The Canadian journal of cardiology*. 2021;37(5):733-743. DOI:10.1016/j.cjca.2021.02.009
3. Lei L, Bin Z. Risk Factor Differences in Acute Myocardial Infarction between Young and Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 2019;32(2):163-176. DOI:10.6084/m9.figshare.7866119.v1
4. Каблуков ДА, Крукович ЕВ, Плехова НГ, Догадина НА, Кузнецова ОО, Чуудиновских ЕВ, Кузьмина ТН, Хмельницкая ЕА. Персонифицированный подход к оценке и коррекции факторов риска неинфекционной заболеваемости. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2019;(3):52-56. [Kablukov DA, Krukovich EV, Plehova NG, Dogadina NA, Kuznetsova OO, Chudinovskikh EV, Kuzmina TN, Khmel'nitskaya EA. Personified approach to assessment and correction of risk factors of non-communicable diseases. *Pacific Medical Journal*. 2019;(3):52-56. (In Russian)] DOI:10.17238/PmJ1609-1175.2019.3.52-56
5. Okorare O, Evbayekha EO, Adabale OK, Daniel E, Ubokudum D, Olusiji SA, Antia AU. Smoking Cessation and Benefits to Cardiovascular Health: A Review of Literature. *Cureus*. 2023; 15(3):e35966. DOI:10.7759/cureus.35966
6. Nahad O, Kuntic M, Kuntic I, Daiber A, Münzel T. Tobacco smoking and vascular biology and function: evidence from human studies. *Pflugers Archiv: European journal of physiology*. 2023. 475(7):797-805. DOI:10.1007/s00424-023-02805-z
7. Кучинская ЛВ, Баржанова АЯ, Башарина АА. Классификация электронных сигарет в седьмой редакции товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза. *Бюллетень инновационных технологий*. 2022;22(2):85-91. Ссылка активна на 07.09.2022. [Kuchinskaya LV, Barzhanova AY, Basharina AA. Classification of electronic cigarettes in the seventh edition of the commodity nomenclature of foreign economic activity of the Eurasian Economic Union [Internet]. *Bulletin of innovative technologies*. 2022;22(2):85-91. Accessed September 7, 2022 (In Russian)] <https://bitjournal.net/index.php/BIT/article/view/257>
8. Оппедизано МГЛ, Артюх ЛЮ. Вейпинг как иллюзия ухода от курения. Новая опасность под маской безопасности. *FORCIPE*. 2021;4(4):26-35. [Oppedisano MGL, Artyukh LYu. Vaping as an illusion of quitting smoking. A new danger under the mask of security. *FORCIPE*. 2021;4(4):26-35. (In Russian)]
9. Layden, JE, Ghinai I, Pray I, Kimball A, Layer M, Tenforde MW, Navon L, Hoots B, Salvatore PP, Elderbrook M, Haupt T, Kanne J, Patel MT, Saathoff-Huber L, King BA, Schier JG, Mikosz C A, Meiman J. Pulmonary Illness Related to E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin - Final Report. *The New England Journal of Medicine*. 2020;382(10):903-916. DOI:1056/NEJMoa1911614
10. Siegel DA, Jatlaoui TC, Koumans EH, Kiernan EA, Layer M, Cates JE, Kimball A, Weissman DN, Petersen EE, Reagan-Steiner S, Godfred-Cato S, Moulia D, Moritz E, Lehnert JD, Mitchko J, London J, Zaki SR, King BA, Jones CM, Patel A, Delman DM, Koppaka R. Update: Interim Guidance for Health Care Providers Evaluating and Caring for Patients with Suspected E-cigarette, or Vaping, Product Use Associated Lung Injury - United States, October 2019. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2019;68(41):919-927. DOI:10.15585/mmwr.mm6841e3
11. Подзолков ВИ, Брагина АЕ, Дружинина НА, Мохаммади ЛН. Курение электронных сигарет (вейпинг) и маркеры поражения сосудистой стенки у лиц молодого возраста без сердечно-сосудистых заболеваний. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2021;17(4):521-527. [Podzolkov VI, Bragina AE, Druzhinina NA, Mohammadi LN. E-cigarette smoking (vaping) and markers of vascular wall damage in young people without cardiovascular diseases. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2021;17(4):521-527. (In Russian)] DOI:10.20996/1819-6446-2021-08-04
12. Куликов ВП, Шульгина ЛЭ, Засорин СВ, Кирсанов РИ, Тимошенская НВ, Дическул МЛ. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний. М.: ООО «Фирма СТРОМ»; 2011. 512 с. [Kulikov VP, Shulgina LN, Zasorin SV, Kirsanov RI, Timoshenskaya NV, Dikichul ML. Ultrasound diagnostics of vascular diseases. Moscow: LLC STROM Firm; 2011. 512 p. (In Russian)]
13. Дадабаева НА, Махмудова МС, Ярмухамедова ДЗ, Рахмонов ШШУ, Ахмедова ДТ. Влияние курения на клинические показатели и жесткость стенок артерии у пациентов с гипертонической болезнью. *Наука, техника и образование*. 2021;3(78):64-67 [Dadabaeva NA, Makhmudova MS, Yarmukhamedova DZ, Rakhmonov SSU, Akhmedova DT. The effect of smoking on clinical parameters and arterial wall stiffness in hypertensive patients. *Science, technology and education*. 2021;3(78):64-67. (In Russian)]
14. SCORE2 working group and ESC Cardiovascular risk collaboration. SCORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe. *European heart journal*. 2021;42(25):2439-2454. DOI: 1093/eurheartj/ehab309
15. Баранцевич ЕР, Ковальчук ВВ, Овчинников ДА, Стурова ЮВ. Современные возможности организации реабилитации пациентов после инсульта. *Артериальная гипертензия*. 2015;21(2):206-217. [Barantsevich ER, Kovalchuk VV, Ovchinnikov DA, Sturova YuV. Modern aspects of organization of rehabilitation in stroke patients. *Arterial'naya Gipertenziya (Arterial Hypertension)*. 2015;21(2):206-217. (In Russian)] DOI:18705/1607-419X-2015-21-2-206-217
16. Самолюк МО, Григорьева НЮ. Оценка эндотелиальной дисфункции и возможности ее коррекции на современном этапе у больных сердечно-сосуди-

стыми заболеваниями. *Кардиология*. 2019;59(3S):4-9. [Samolyuk MO, Grigorieva NYu. Evaluation of endothelial dysfunction and the possibility of its correction at the present stage in patients with cardiovascular diseases. *Cardiology*. 2019;59(3S):4-9. (In Russian)] DOI:18087/cardio.2524

Сведения об авторах

Кондрашова Елена Анатольевна, ассистент института терапии и инструментальной диагностики, Тихоокеанский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 690002, г. Владивосток, проспект Острякова, дом 2; врач ультразвуковой диагностики Владивостокской клинической больницы №1; адрес: Российская Федерация, 690078, г. Владивосток, улица Садовая, дом 22; тел.: (423) 2452638; e-mail: eak912@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7693-7404>

Невзорова Вера Афанасьевна, д. м. н., профессор, директор института терапии и инструментальной диагностики, Тихоокеанский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 690002, г. Владивосток, проспект Острякова, дом 2; тел.: (423) 2402363; e-mail: nevzorova@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0117-0349>

Присеко Людмила Григорьевна, аспирант 2 года обучения (научная специальность 3.1.18 «Внутренние болезни»), преподаватель института терапии и инструментальной диагностики, Тихоокеанский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 690002, г. Владивосток, проспект Острякова, дом 2; тел.: 89147237764; e-mail: ludmilka.95.95@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3946-2064>

Бородий Анастасия Олеговна, студентка 5 курса специальности 31.05.01 «Лечебное дело», Тихоокеанский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 690002, г. Владивосток, проспект Острякова, дом 2; тел.: 89020645826; e-mail: nastya.borodiy@icloud.com, <http://orcid.org/0000-0003-0491-2894>

Бондарева Жанна Викторовна, к. м. н., доцент института терапии и инструментальной диагностики, Тихоокеанский государственный медицинский университет;

адрес: Российская Федерация, 690002, г. Владивосток, проспект Острякова, дом 2; тел.: 8 (423) 40-23-63; e-mail: bondareva.zhvtgmu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3962-8693>

Author information

Elena A. Kondrashova, assistant of the Institute of Therapy and Instrumental Diagnostics, Pacific State Medical University; Address: 2, Ostryakova pr., Vladivostok, Russian Federation 690002; ultrasound doctor, Clinical Hospital No.1; Address: 22, Sadovaya Str., Vladivostok, Russian Federation 690078; Phone: (423) 452638; e-mail: eak912@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7693-7404>

Vera A. Nevzorova, Dr. Med. Sci., Professor, Director of the Institute of Therapy and Instrumental Diagnostics, Pacific State Medical University; Address: 2, Ostryakova pr., Vladivostok, Russian Federation 690002; Phone: (423) 402363; e-mail: nevzorova@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0117-0349>

Ludmila G. Priseko, postgraduate student for 2 years (scientific specialty 3.1.18 "Internal Medicine"), lecturer at the Institute of Therapy and Instrumental Diagnostics of the Pacific State Medical University; Address: 2, Ostryakova pr., Vladivostok, Russian Federation 690002; Phone: 89147237764; e-mail: ludmilka.95.95@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3946-2064>

Anastasiya O. Borodiy, student of the 5th year of education of the Pacific State Medical University; Address: 2, Ostryakova pr., Vladivostok, Russian Federation 690002; Phone: 89020645826; e-mail: nastya.borodiy@icloud.com, <http://orcid.org/0000-0003-0491-2894>

Zhanna V. Bondareva, Cand. Med. Sci., Associate professor of the Institute of Therapy and Instrumental Diagnostics, Pacific State Medical University; Address: 2, Ostryakova pr., Vladivostok, Russian Federation 690002; Phone: 8 (423) 402363; e-mail: bondareva.zhvtgmu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3962-8693>

Дата поступления: 06.11.2022

Дата рецензирования: 03.08.2023

Принято к публикации: 28.09.2023

Received 06 November 2022

Revision Received 03 August 2023

Accepted 28 September 2023